动 物 学 研 究 1999, Oct. 20 (5): 365～368 CN 53－1040/Q ISSN 0254－5853
Zoological Research

玛绢金龟成虫在烟田的空间格局分析

李正跃 杨本立 陈国华 严乃胜 陈 斌
（云南农业大学农业技术学院昆虫系 昆明 650201 whz@public.km.yn.cn）
端永明
（昆明卷烟厂生产技术科 昆明 650020）

摘要：在烟株上对玛绢金龟（*Maladera* sp.）成虫的空间格局进行了测定。采用 Taylor 幂法则、Iwao 聚集格局回归分析法和负二项概率模型来处理调查数据。结果显示：3 种方法的聚集指数（b, β, k）都表明玛绢金龟在烟株上的空间格局为聚集分布，Taylor 幂法则拟合田间数据优于 Iwao 聚集格局回归分析法。负二项概率模型系数 k 与样方平均数相独立，表明公共 k（k_c）值的存在，测定得知公共 k_c 值为 0.6529。为进一步建立玛绢金龟序贯抽样方法提供了基础数据。

关键词：玛绢金龟，烟草，空间格局
中图分类号：Q969.516.9 **文献标识码**：A **文章编号**：0254－5853(1999)－05－0365－04

玛绢金龟（*Maladera* sp.）属鞘翅目、绒金龟科，是云南烟草的主要害虫之一。除其成虫为害烟草叶片，造成烟草叶片缺刻、破损，直接影响烟草的产量和质量外，幼虫还为害烟草根部，影响烟草生长。受害严重的烟田，每株烟草成虫虫口可达数十头，幼虫可达 4～20 头/m^2。目前虽然可以采用人工捕杀、翻犁土壤等方法同时防治玛绢金龟成虫和幼虫，但药剂防治成虫仍不失为一种有效的防治手段。由于玛绢金龟成虫具有黄昏时出土取食烟草叶片、为害时期较为集中（5～7 月）的特点，所以对其监控和制定防治决策较为困难。为了有效估计玛绢金龟在田间的种群密度及为害程度，指导防治工作，建立该害虫的风险决策抽样程序十分重要。本研究旨在研究玛绢金龟成虫在烟田的空间分布状况，揭示其种群某一时刻的行为习性及诸环境因子的迭加影响，了解种群的猖獗、扩散行为，为序贯抽样技术提供精确有效的基础数据。

1 材料和方法

1.1 田间取样

该调查于 1996～1997 年在昆明云南农业大学试验农场进行。调查地面积为 3.3 hm^2，烟草品种为 K－326，调查地农事操作按云南省烟草栽培规范进行。两年取样调查时间都从烟草团棵期开始，至田间不见玛绢金龟成虫为止。调查地按地形和栽培条件分为 5 个样方，每次调查在每个样方中随机选择 20 株烟草进行，观察记载每株烟草上玛绢金龟成虫的数量。调查时间为每隔 2～4 d 调查 1 次，共调查 8 次。

1.2 空间格局分析

计算每次调查每样方中玛绢金龟在烟株上的平均密度(m)和方差(S^2)。采用 Taylor 幂法则(Taylor, 1961)，Iwao 聚集格局回归分析法(Iwao, 1968)和负二项概率模型(Ludwig 等, 1988)分析玛绢金龟成虫的空间分布。Taylor 幂法则中方差(S^2)与平均数(m)的关系由 $S^2 = am^b$ 建立。将上式两边取对数，用 $\ln S^2 = \ln a + b \ln m$ 估计参数 a 和 b。斜率 b 判断分布状况，$b<1$ 为均匀分布；$b=1$ 为随机分布；$b>1$ 为聚集分布。假设测验 $H_0: b=0$ 用 t 测验进行。Iwao 的聚集格局回归分析法将平均拥挤度($\overset{*}{m}$)和平均数(m)的关系用下式建立：

$$\overset{*}{m} = \alpha + \beta m$$

这里 $\overset{*}{m}$ 值由 $\overset{*}{m} = [m + (S^2/m) - 1]$ 式得到(Ludwig 等, 1988)。斜率 β 表明基本单位的分布格局状

收稿日期：1998－12－07，修改稿收到日期：1999－02－02
基金项目：云南省烟草公司资助项目

况，$\beta<1$，均匀分布；$\beta=1$，随机分布；$\beta>1$，聚集分布；假设测验 H_0：$\beta=0$ 用 t 测验进行。

负二项概率模型由平均数（m）和聚集度指数 k 来表述种群的聚集状况，田间数据与负二项概率模型的符合程度用卡方（χ^2）检验测定，采用 Ludwig 等（1988）提出的计算程序。该程序对 k 的估值用以下迭代方程进行：

$$\lg(N/N_o) = k\ \lg[1+(m/k)]$$

这里 N 表示样本中所有的取样单位，N_0 为零样方数。起始 k 值由 $k = m^2/(S^2-m)$ 估算，反复迭代至左右两边收敛于相同值为止。当最小期望值<3时，之下频数级数合并（Sokal 等，1981）。

计算负二项分布概率模型的公共 k_c 值采用矩法进行，即

$$k_c = \sum x'/\sum y'$$

式中 $y' = S^2 - m, x' = m^2-(S^2/n)$。

2 结果和讨论

将每次每样方的调查数据分别计算出平均数（m）和方差（S^2）和平均拥挤度（$\mathring{m}$），用 Taylor 幂法则和 Iwao 的聚集格局回归分析法进行分析，结果如图 1。Taylor 幂法则拟合数据较好，具有较高的决定系数（$r^2=0.7539$），而用Iwao的聚集格局回归分析法拟合程度较低，决定系数仅为 $r^2=0.4290$。但这两个模型的斜率（$b=1.332, \beta=2.0425$）显著大于 1，说明玛绢金龟的成虫种群的空间分布为聚集分布。

利用负二项概率模型对每次取样中玛绢金龟成

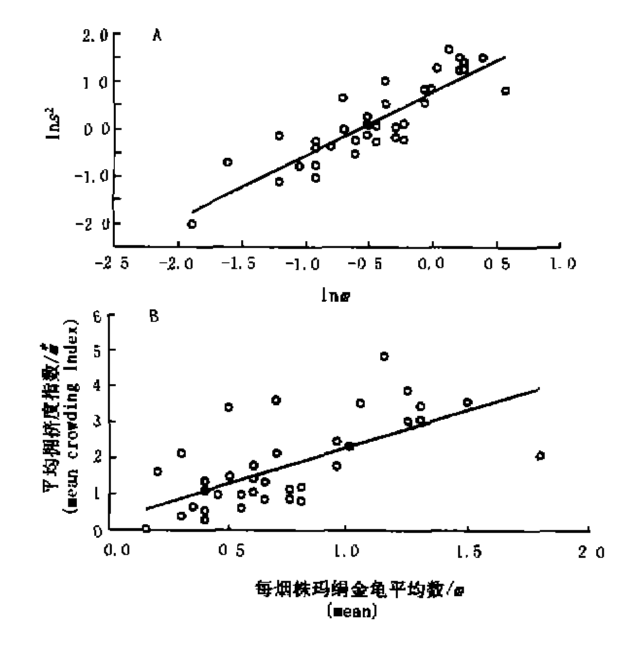


图 1 玛绢金龟空间分布格局

Fig.1 Spatial distribution of *Maladera* sp.

A: Taylor 幂法则(Taylor's power law)：$\ln S^2=0.7588+1.332\,m$，$r^2=0.7539$，$P<0.0001$，$n=40$；

B: Iwao 的聚集格局回归分析法(Iwao's patchness regression)：$\mathring{m}=0.2749+2.0425\,m$，$r^2=0.4290$，$P<0.0001$，$n=40$。

表 1 负二项概率模型对玛绢金龟成虫在烟株上空间分布格局的卡方适合性测定

Table 1 Chi-square test of negative binomial distribution pattern for *Maladera* sp. on tobacco plants

调查日期 (surveying date)	烟株数 (No. of plants)	玛绢金龟平均数 (mean No. of *Maladera* sp.)	自由度（df） (degree of freedom)	k 值 (k-value)	卡方测定（χ^2） (Chi-square test)
06-19	100	0.43	1	0.860	0.6012*
06-22	100	1.36	3	0.566	19.0850
06-24	100	0.81	2	0.446	2.6210*
06-26	100	0.76	2	0.376	7.9296*
06-29	100	0.48	1	0.398	0.5570*
07-01	100	0.52	1	0.580	4.1427*
07-05	100	0.71	2	0.568	0.8338*
07-08	100	0.73	1	1.870	5.6280*

* 表示分布与负二项概率模型相符（the observed data fit negative binomial distribution pattern at $P=0.05$）。

虫数据进行分析，结果除了 1 次取样数据不符合负二项分布外，其余的取样数据均表明其空间分布为聚集分布（表 1）。而且尽管玛绢金龟种群的平均数由 0.15 头/株增加到 1.80 头/株，但其空间分布型并未改变。因为k值不稳定，在0.376至1.870间波动，故公共 k_c 是否存在，需用回归方程对其进行检测（Elliot，1977）。用各样方中所有方差超过平均数的数据进行回归分析（图 2），图中有 3 个数据点明显在外，如箭头所示，表明 $1/k$ 和玛绢金龟平均数的回归关系不显著（$F=2.3662, r^2=0.0586, P=0.1323$），这个结果说明玛绢金龟成虫种群负二项分布的公共$k_c$值是存在的（Southwood，1978）。根据矩法，负二项分布的公共k_c估值为 0.6529。

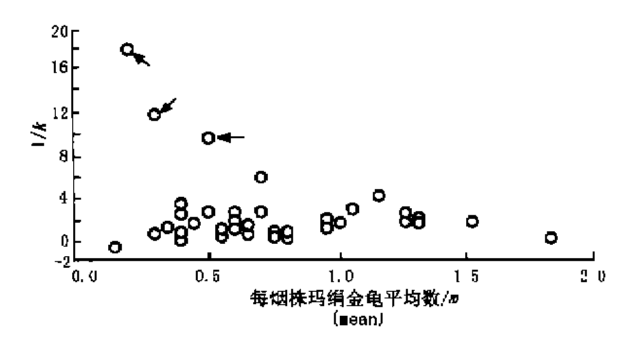


图 2 1/k 与每烟株玛绢金龟平均数的散点图
Fig. 2 The scatter chart of 1/k with mean No. of *Maladera* sp. per plant
$F=2.3662$, $r^2=0.0586$, $P=0.1323$

采用 Taylor 幂法则、Iwao 聚集格局回归分析法和负二项概率模型对玛绢金龟成虫在烟株上的空间分布格局进行测定，三者的结果都表明玛绢金龟成虫空间分布格局为聚集分布。

由于 Iwao 聚集格局回归分析法所得结果的决定系数偏低($r^2=0.4290$)，所以建立玛绢金龟成虫的序贯抽样法可基于 Taylor 幂法则和负二项概率模型的结果进行，其中负二项概率模型应优先考虑，因为基于概率模型的取样方法有两个优点(Nyrop 等,1991)。第 1，可迅速得到运算特征函数与平均取样数的功能关系；第2，在相同运算特征函数下，可降低平均取样数量。然而，负二项概率模型所得的 k 值并不稳定，而且由矩法所得的公共 k_c 值无严格的适合性检验，所以是比较粗放的(丁岩钦，1994)。k 值的偏差对取样方法的影响应该进行检测，以决定是否采纳根据样本 k 值而建立的取样方法。但变化的 k 值并不妨碍建立基于负二项概率模型而得的序贯取样方法。

昆虫密度的改变通常导致种群空间分布型的改变 (Southwood，1978)。在本研究中，我们没有发现玛绢金龟空间分布型随种群密度变化而变化的情形。从表 1 得知，k 值在 0.376～1.870 之间变化，种群密度也在 0.43～1.36 头/株之间波动，但二者并无显著的相关关系，从而允许以公共 k_c 的值估算建立序贯取样方法。

本研究采用了目前常用的 3 种研究昆虫空间分布格局的方法，得出了玛绢金龟成虫在云南烤烟上的空间分布特性。这为进一步深入研究玛绢金龟空间分布行为及形成原因提供了必要数据，为建立根据玛绢金龟成虫空间结构而采取调控措施以保护烟草免受其为害提供了必要条件，也为研究烟草上其他害虫和天敌昆虫的空间分布格局提供了一个有益的研究思路和程序。

参 考 文 献

丁岩钦，1994. 昆虫数学生态学[M]. 北京：科学出版社. 22－57. (Ding Y Q, 1994. Insect methematical ecology. Peijing: Science Press. 22－57.)

Elliot J M, 1977. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. Cumbria U. K: Freshwater Biological Association.

Iwao S, 1968. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations[J]. *Res. Popul. Ecol.*, **10**: 1－20.

Ludwig J A, Reynolds J F, 1988. Statistical ecology[M]. New Nork: Wiley.

Nyrop J P, Binns M, 1991. Quantitative methods for designing and analyzing sampling programs for use in pest management[A]. In: Pimental D B R ed. CRC handbook of pest management in agriculture [M]. CRC, Boca Raton, FL. 67－132.

Sokal R R, Rohlf F J, 1981. Biometry[M]. 2nd ed. San Francisco, CA.: Freeman.

Southwood T R E, 1978. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations[M]. 2nd ed. New York: Wiley.

Taylor L R, 1961. Aggregation, variance and the mean[J]. *Nature*, **189**: 732－753.

SPATIAL DISTRIBUTION OF THE COCKCHAFER *Maladera* sp. IN FLUE-CURED TOBACCO

LI Zheng-yue YANG Ben-li CHEN Guo-hua YAN Nai-sheng CHEN Bin
(*Department of Entomology, College of Agricultural Technology, Yunnan Agricultural University, Kunming* 650201 *wbx@public.km.yn.cn*)
DUAN Yong-ming
(*Section of Production Techniques, Kunming Cigarette Factory, Kunming* 650020)

Abstract: The spatial distribution of *Maladera* sp. adults on flue-cured tobacco plants in Yunnan Province

动 物 学 研 究 1999, Oct. 20 (5): 368~371 CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853
Zoological Research

温湿度对烟草粉螟实验种群的影响

高家合 李天飞 邓建华 吴兴富 宋春满
(云南省烟草科学研究院农业所 玉溪 653100)
王 革 朱维敏 洪 川
(云南玉溪烟草红塔集团科技中心 玉溪 653100)

摘要：在相对湿度85%及温度15、20、25、30℃情况下对烟草粉螟（*Ephestia elutella* Hübner）实验种群特定年龄生命表进行系统研究，获得了世代平均周期 T、净生殖率 R_0、内禀增长率 r_m、种群倍日数 t、种群趋势指标 I 共5种生命表参数，及不同温度下烟草粉螟卵的发育历期和孵化率、各龄的历期、成虫的寿命与产卵量等，并进行了分析。

关键词：烟草粉螟，实验种群，温度，湿度
中图分类号：Q969.432.8 **文献标识码**：A **文章编号**：0254-5853(1999)-05-0368-04

烟草粉螟（*Ephestia elutella* Hübner）又名烟草蛀螟、可可螟，属鳞翅目螟蛾科，是危害烟叶的主要害虫，广泛分布于世界各国，我国各地均有报道，尤以云南、贵州发生严重。烟草粉螟以幼虫取食烟叶，可引起烟叶霉变，严重时可食光烟叶。有关烟草粉螟生物学特性研究国内外有少量的报道(Bell, 1983; Krasnoff, 1983; 孟国玲等, 1990)，而有关烟草粉螟实验种群生命表研究的报道甚少(殷玉华等, 1996)。温湿度是昆虫生活的基本环境因素，可直接影响昆虫的发育、存活及繁殖，从而影响种群数量的变化。为进一步了解烟草粉螟的种群动态规律，并为今后建立种群模拟模型及预测预报提供依据，我们系统地研究了温湿度对该虫实验种群的影响状况。

1 材料与方法

1.1 供试虫源及饲料

烟草粉螟采自玉溪卷烟厂二、三烟叶库区仓库，饲料为贮存1年的中桔二（C_2F）烟叶。

1.2 温湿度对烟草粉螟卵的发育

试验设置4种温度，即15、20、25、30℃；3种相对湿度，即65%、75%、85%；共12个处理组合。每一组合80个重复，各处理(卵)放入12 cm×2 cm的培养皿。温度用人工气候箱控制(光照设置为全

收稿日期：1998-12-21，修改稿收到日期：1999-02-09
基金项目：云南玉溪红塔烟草集团科技项目

(接第367页)

was determined. Taylor's power law, Iwao's patchness regression, and the negative binomial probability model were used to analyze the data. All three indices (b, β and k) of the three methods indicated an aggregated distribution of *Maladera* sp. Taylor's power law provided a better description than Iwao's patchness regression. The negative binomial distribution parameter k was not dependent on mean density. This indicates the presence of a common k (k_c). The estimate of k_c was 0.6529. This study provided basic data for establishing a sequential sampling plan for *Maladera* sp.

Key words: *Maladera* sp., Flue-cured tobacco, Spatial distribution